



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**
⑩ **DE 295 22 152 U 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 02 G 13/00
H 01 T 4/00
F 03 D 11/00

⑳	Aktenzeichen:	295 22 152.6
㉑	Anmeldetag:	7. 9. 1995
	aus Patentanmeldung:	95 93 0404.9
㉒	Eintragungstag:	2. 3. 2000
㉓	Bekanntmachung im Patentblatt:	6. 4. 2000

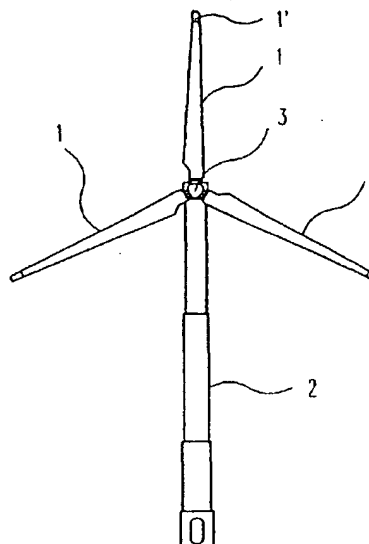
DE 295 22 152 U 1

BEST AVAILABLE COPY

- ③① Unionspriorität:
343/94 U 07. 09. 1994 DK
- ⑦③ Inhaber:
Bonus Energy A/S, Brande, DK
- ⑦④ Vertreter:
Hagemann, Braun & Held, 81675 München

⑤④ **Blitzableiteranordnung für ein Windradblatt**

- ⑤⑦ Blitzableiteranordnung zur Anbringung in einem Windradblatt aus Verbundmaterial, wobei die Anordnung ein elektrisch leitendes Material in oder in der Nähe der Spitze des Blattes aufweist, wobei das Material mit einer Erdverbindung verbunden ist und wobei die Verbindung einen metallischen Leiter (6, 15) aufweist, der sich innerhalb des Blattes (1, 1') erstreckt und der ganz oder teilweise aus einem Metalldraht mit oder ohne Isolationsummantelung besteht, dadurch gekennzeichnet, daß der Blitzableiter eine Anzahl von Leitern (4a, 4b, 4', 4'') aufweist, die sich von der Spitze des Windradblattes und nach außen erstrecken, und daß die sich nach außen erstreckenden Leiter elektrisch mit dem metallischen Leiter (6) verbunden sind, der sich in dem Blatt erstreckt.



DE 295 22 152 U 1

Bonus Energy A/S
u.Z. GM 1884/1-DE

04.11.99

München, den
04.11.1999
Dr.H./rd

BLITZABLEITERANORDNUNG FÜR EIN WINDRADBLATT

5 Hintergrund der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Blitzableiteranordnung zur Anbringung in einem Windradblatt aus Verbundmaterial, wobei die Anordnung ein elektrisch leitendes Material in oder in der Nähe der Spitze des Blattes aufweist, wobei das Material mit einer Erdverbindung verbunden ist und wobei die Verbindung einen metallischen Leiter aufweist, der sich innerhalb des Blattes erstreckt und der ganz oder teilweise aus einem Metalldraht mit oder ohne Isolationsummantelung besteht.

Bei normalem Schutz von Konstruktionen gegen Blitzschlag werden eine Anzahl bekannter Techniken eingesetzt. Die am häufigsten verwendete Technik weist einen geerdeten Käfig um die Konstruktion auf, die sie schützen soll. In einer vereinfachteren Form kann der Blitzableiter auf einen geerdeten Leiter reduziert werden, der sich über den höchsten Teil der Konstruktion erstreckt, und der Leiter kann gegebenenfalls mit einem oder mehreren vertikalen Vorsprüngen versehen sein.

Ein herkömmlicher Blitzableiter dieser Art ist jedoch beispielsweise auf einem Windrad, bei dem der höchste Punkt das Blatt ist, welches vom Standpunkt der Sicherheit gegen einen Blitzschlag geschützt werden soll, schwierig zu errichten. Die Technik ist im Vergleich mit stationären Konstruktionen insofern kompliziert, als der Teil der Konstruktion, der geschützt werden soll, beweglich ist. Dies bedeutet, daß ein möglicher Blitzschlag nicht so wohl definiert oder vorhersagbar ist und somit schwierig abzuwenden oder abzuleiten ist. Darüber hinaus besteht in Verbindung mit Windradblättern, die

DE 29522 152 U1

04.11.99

vom Blitz getroffen werden, ein großes Risiko, daß das Blatt einen Schaden erleidet. Dies macht zeitaufwendige Reparaturen notwendig, da ein potentieller Austausch oder eine Reparatur eines Windradblattes kompliziert ist.

5

In Verbindung mit Verbundmaterialien, aus denen Windradblätter typischerweise gemacht sind, sind Blitzableiteranordnungen in Form von Metallfolie oder -draht bekannt, die (der) in das Blatt laminiert oder durch Klebstoff an ihm befestigt ist. Derartige Blitzableiteranordnungen basieren zumeist auf Leitern, die auf oder in der Oberfläche des Blattes angeordnet sind. Normalerweise ist es somit die Absicht, ein metallisches Netz um die innere Struktur des Blattes zu schaffen, um einen kombinierten longitudinalen Blitzableiter und einen Leiter entlang der rückwärtigen Kante des Blattes zu schaffen. Es ist jedoch all diesen Anordnungen gemein, daß es schwierig ist, die notwendige Querschnittsfläche zu erreichen, ohne dadurch unerwünschte aerodynamische Effekte zu begünstigen, beispielsweise in Form von Lärm und/oder verringerter Effizienz. Darüber hinaus kann es sich als problematisch erweisen, ein metallisches Material zu erhalten, um das Niveau der Spannung in einem Blatt aus Verbundmaterial aufrechtzuerhalten, da das Niveau der Spannung in einem Blatt aus Verbundmaterial normalerweise größer ist als der zulässige Ermüdungseinfluß für ein metallisches Material, und deshalb sind spezielle Anordnungen erforderlich, um Ermüdungsbrüche zu vermeiden. Ohne die notwendige Querschnittsfläche kann es notwendig sein, die Blitzableiteranordnung nach Beeinflussung durch Blitz zu reparieren.

30

Die WO 84/01673 beschreibt einen Überspannungsschutz in einem Windrad, das eine vertikale Rotationsachse aufweist. Beim Überspannungsschutz dieses Windrades wird von der sehr großen Verringerung elektrischer Potentiale Gebrauch gemacht, welche

DE 295 22 152 U1

04.11.99

auftritt, wenn die elektrischen Potentiale als Funken entladen werden. Die Windradblätter und die Achse, an der die Blätter angebracht sind, sind mit einem beweglichen Teil in Form einer Scheibe ausgestattet, welche Vorsprünge aufweist, die sich um einen Ring drehen, welcher Ring am Rest der Konstruktion des Windrades angebracht ist. Zwischen den Vorsprüngen der Scheibe und dem Ring ist ein kleiner Entladungsspalt vorgesehen. Wenn Überspannung in Form eines Blitzes die Windmühlenräder oder die Achse, an der sie angebracht sind, 10 erfaßt, werden die elektrischen Potentiale danach streben, sich zu neutralisieren, indem sie durch den Rest der Konstruktion des Windrades zum Boden laufen. Bei diesem Vorgang muß das elektrische Potential den Entladungsspalt zwischen dem Vorsprung der Scheibe und dem Ring, der am Rest des Windrades angebracht ist, überwinden. Beim Überwinden des Entladungsspaltes als Funke wird das elektrische Potential auf einen Wert reduziert, der jegliche Zerstörung weiterer Teile des Restes der Konstruktion des Windrades oder jeglicher 15 Personen in der Nähe des Restes der Konstruktion des Windrades eliminiert. 20

Der Überspannungsschutz dieser Art hat den Vorteil, sehr einfach zu erzeugen zu sein. Jedoch ist aufgrund der Tatsache, daß die Entladung des elektrischen Potentials über einen Funken geschieht, der in einem Entladungsspalt verläuft, die Sicherheit, daß das elektrische Potential verringert wird, etwas begrenzt. Wenn die Überspannung einen geringeren Wert aufweist, dann ist es möglich, daß ein Funke überhaupt nicht in den Entladungsspalt vordringt, und entsprechend wird es 25 gefährlich sein, sich in der Nähe der Windradblätter oder der Achse, an der sie angebracht sind, aufzuhalten. Dies kann extrem gefährlich sein, wenn Personal den Rest der Konstruktion des Windrades betritt, um Wartungsarbeiten am Windrad durchzuführen. Andererseits kann, wenn die Überspannung einen ex- 30

DE 295 22 152 U1

04.11.99

trem hohen Wert annimmt, der Funke, der im Entladungsspalt verläuft, sehr groß sein, oder es können viele Funken durch den Spalt verlaufen. Dies kann entweder ein extremes Risiko des Ausbruchs von Feuer im Rest des Windrades bewirken, oder
5 es kann eine extreme Überhitzung der Lager oder anderer Teile des Windrades auftreten. Es ist nicht möglich, den Entladungsspalt so einzustellen, daß alle Arten möglicher Blitze durch den Spalt übertragen werden, ohne die vorstehend erwähnten Risiken, daß entweder überhaupt kein Funke überläuft
10 und dadurch die Windradblätter und die Achse im Vergleich zum Rest des Windrades elektrisch aufgeladen gehalten werden, oder das Risiko, daß mehrere Funken im Spalt verlaufen, was eine Überhitzung oder Feuer bewirkt. Darüber hinaus können, wenn die Windradblätter aus einem Harzmaterial gemacht sind,
15 ernsthafte Schäden bei den Windradblättern auftreten, da sie diejenigen sind, die das elektrische Potential zum Vorsprung der Scheibe leiten.

Die DE 44 45 899 beschreibt einen Blitzableiter, der den zuletzt genannten Nachteil des vorstehend erwähnten Standes der
20 Technik überwindet. Eine Anzahl an Leiterdrähten verlaufen entlang der Innenseite der Windradblätter. Die Leiterdrähte steigen in die Rotationsachse der Windradblätter hinein und zu einer Scheibe, die zusammen mit der Achse rotiert. Von der
25 Scheibe wird die Überspannung zu einer Platte geleitet, die unterhalb des Kopfes des Windrades angebracht ist. Die Platte ist elektrisch vom Kopf des Windrades isoliert. Von dieser Platte aus wird die Überspannung zu einem Entladungsspalt zwischen der Platte und dem Windradturm geleitet. Der Kontakt
30 zwischen der Scheibe, die mit der Achse der Windradblätter rotiert, und der Platte wird durch die Scheibe erhalten, die entlang einer in der Platte verwirklichten Krümmung gleitet.

DE 295 22 152 U1

04.11.99

Diese Technik weist dieselben Nachteile wie der vorstehend zitierte Stand der Technik auf, abgesehen von der Tatsache, daß die Windradblätter selbst nicht das elektrische Potential leiten, da dies durch die Anzahl an Leiterdrähten verwirklicht wird. Es ist jedoch für das elektrische Potential aus dem Blitz notwendig, von der Oberfläche der Blätter zur Innenseite vorzudringen, wo die Leiterdrähte verlaufen. Dementsprechend kann immer noch eine gewisse Beschädigung der Windradblätter auftreten. Auch erhöht die Tatsache, daß Leiterdrähte in den Blättern verlaufen, das Risiko, daß ein Blitz die Blätter trifft, in hohem Maße. Abgesehen von den Nachteilen, daß ein Entladungsspalt besteht, um den Wert des elektrischen Potentials zu verringern, schließt jedoch die Tatsache, daß das elektrische Potential von der Scheibe zur Platte durch die Krümmung geleitet werden muß, ein weiteres Risiko einer Fehlfunktion ein. Wenn die Scheibe mit ihrer Kante entlang der Krümmung der Platte rotiert, tritt ein extrem hoher Grad an Verschleiß auf. Dies bedeutet, daß der Kontakt zwischen der Kante der Scheibe und der Krümmung der Platte verringert wird und möglicherweise mit der Zeit aufgrund übermäßigen Verschleißes nicht mehr existiert. Dies bedeutet, daß die spezifische Konstruktion des Kontaktes zwischen der Kante der Scheibe und der Krümmung der Platte sehr oft gewartet werden muß. Wenn dies nicht richtig gemacht wird, gibt es keine Vorhersage darüber, wie der Blitzableiter dieser Konstruktion funktioniert oder ob er überhaupt funktioniert.

Erfahrungen aus Blitzeinschlägen in Windradblättern mit drehbaren Spitzen haben darüber hinaus gezeigt, daß die Blitzleitung sich normalerweise durch die Drähte erstreckt, die die Spitze regulieren, da diese mit der Erde verbunden sind.

DE 295 22 152 U1

04.11.99

Jedoch ist diese Art von Blitzableiterausführung mit einer großen Unsicherheit und einem Sicherheitsrisiko behaftet, wobei der Grund darin liegt, daß die Metallteile nicht immer direkt für den Blitzstrom zugänglich sind.

5

Dort, wo Verbundmaterialien, wie z.B. Carbonfaser, als Konstruktionsmaterial für Achsen von Spitzen, auf denen die Spitze rotieren kann, involviert sind, kann der Blitz nicht durchtreten, ohne daß das Material in einem solchen Maße aufgeheizt wird, daß ein Risiko der Beschädigung des Blattes auftritt.

10

Vorteile der Erfindung

15

Wie im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 offenbart, wird dadurch, daß die Verbindung zwischen dem elektrisch leitenden Material und der Erde sich nach außen erstreckende Leiter aufweist, die elektrisch mit einem metallischen Leiter verbunden sind, der sich innerhalb des Blattes erstreckt und der ganz oder teilweise aus einem Metalldraht mit oder ohne Isolationsummantelung besteht, ein bisher unbekannt sicherer Blitzschutz für ein Windradblatt erreicht, ohne daß das Risiko besteht, daß das Windradblatt selbst durch den Blitz beschädigt wird.

20

Es wurde somit gezeigt, daß Blitzschläge, die meistens an der Spitze des Blattes auftreten, durch den Draht zur Erde geleitet werden. Da man hierbei den inneren Leiter sich innerhalb des Blattes erstrecken läßt, werden Nachteile vom Gesichtspunkt der Blattstärke und aerodynamische und akustische Nachteile vermieden.

25

DE 295 22 152 U1

04.11.99

Darüber hinaus trägt der Draht bei Blättern mit einer drehbaren Spitze dazu bei, die Spitze des Blattes sicher am Blatt zu halten.

5 Bei Blättern mit einer drehbaren Spitze, bei denen, wie dies in Anspruch 2 offenbart ist, eine Achse der Spitze aus Verbundmaterial verwendet wird, ist es empfehlenswert, die Achse hohl herzustellen und den inneren Leiter sich innerhalb der Aushöhlung erstrecken zu lassen. Auf überraschend einfache
10 Weise wird der Blitz durch die Achse geleitet, ohne daß das Risiko besteht, daß die Achse oder ihre Umgebung durch Hitze beeinflußt wird, und deshalb besteht keine Notwendigkeit für andere elektrische Leiter, die den Strom um die Achse führen können.

15 Wie dies in Anspruch 3 offenbart ist, wird dadurch, daß der innere Leiter ganz oder teilweise aus einer elektrisch leitenden Spitzenachse besteht, erreicht, daß die Blitzableiteranordnung für bekannte Systeme mit Metallspitzenachsen ohne
20 jegliche große Rekonstruktion und Anpassung der Technik verwendet werden kann.

Schließlich ist es, wie dies in Anspruch 4 offenbart ist, empfehlenswert, anschließend den Blitzableiter auf Blättern
25 mit drehbaren Spitzen und mit metallischen Spitzenachsen anbringen zu können, indem die Spitzenachse mit einem Metalldraht verbunden ist, der innerhalb des Blattes angebracht und geerdet ist.

30 Die Zeichnung

Im folgenden Abschnitt werden beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung detaillierter mit Bezug auf die Zeichnung beschrieben, in der

DE 295 22 152 U1

04⁸ 1199

Fig. 1 eine bekannte Windmühle mit drehbaren Spitzen zeigt,
Fig. 2 eine Ausführungsform eines Blattes mit fester Spitze
zeigt,

Fig. 3 einen Querschnitt des Blattes, in Richtung III-III in

5 Fig. 2 gesehen, zeigt,

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform eines Blattes mit dreh-
barer Spitze zeigt und

Fig. 5 eine weitere Ausführungsform eines Blattes mit dreh-
barer Spitze zeigt.

10

Beschreibung der beispielhaften Ausführungsformen

In Fig. 1 ist ein herkömmliches Windrad zu sehen, bei dem die
Windradblätter 1 in einer Radnabe 3 aufgehängt sind, die ih-
rerseits auf einem Turm 2 verankert ist.

15

In Fig. 2 ist eine erfindungsgemäße Ausführungsform zu sehen,
bei der zwei Blitzleiter 4a, 4b, die aus einem elektrisch
leitenden Material bestehen, mit einem inneren Leiter 6 ver-
bunden sind, der aus einem Stahldraht besteht. Der innere
20 Leiter 6 ist an der (nicht gezeigten) Radnabe 3 verankert und
elektrisch mit ihr verbunden. In der gezeigten Ausführungs-
form sind zwei Blitzleiter 4a und 4b angebracht, die von der
Spitze des Windradblattes 1 aus nach außen vorstehen.

25

In Fig. 3 ist ein Querschnitt des Windmühlenblattes 1 von
Fig. 2 zu sehen, das in der Richtung III-III zu sehen ist, in
dem der innere Leiter 6 sich in der Nähe der neutralen Achse
des Blattes erstreckt.

30

Die beiden Blitzleiter 4a, 4b, die an der Spitze des Blattes
1 angeordnet sind, sind ausreichend, um das gesamte Windrad-
blatt 1 zu schützen, da die Erfahrung zeigt, daß ein Blitz am
häufigsten an der Spitze des Blattes einschlägt. Wenn das

DE 295 22 152 U1

04.9.11.99

Blatt getroffen wird, fließt der Blitz somit von den Blitzleitern 4a, 4b über den inneren Leiter 6 zur Radnabe 3 (nicht gezeigt). Von der Radnabe 3 wird der Blitz weiter zur Erde geleitet. Das Ergebnis des inneren Leiters 6, der so angeordnet ist, besteht darin, daß das Blatt seine ursprüngliche Stärke und seine dynamischen Merkmale beibehält, zusammen mit einer effektiven Erdung des Blitzes.

In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform für ein Blatt mit drehbarer Spitze 1' gezeigt, die auf einer Spitzenachse 10 aus Verbundmaterial angeordnet ist. Ein Blitzleiter 4', der aus einem Metallstab besteht, erstreckt sich, um einen Punkt zu bilden, gegen ihre rückwärtige Kante. Der Blitzleiter 4' ist über ein Loch 8 und einen Anschluß 9 mit einer Blattspitze 1' mit einem inneren Leiter verbunden. Der innere Leiter 6 erstreckt sich zur Nabe des Rades innerhalb einer Ausbuchtung in der Spitzenachse 10, wobei die Spitzenachse 10 im Blatt 1 gesichert ist. Die Spitzenachse 10 ist durch einen Anschluß 14 mittels einer Sicherungsscheibe 13 und einer Mutter 12 mit einer Führung 11 verbunden, und die Führung 11 ist mit einem Stahldraht 6, der durch eine durchbrochene Linie angedeutet ist, mit der Radnabe und von dort zur Erde verbunden.

Die tatsächliche Erdung des Blitzes mit der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform findet in genau derselben Weise wie beim in Fig. 2 gezeigten System statt, indem der Blitz vom Blitzleiter 4' über den inneren Leiter 6 gegen eine Erdverbindung am Fuß des Blattes fließt. Hierdurch wird eine permanente und effektive elektrische Leitung des Blitzes zur Erde gewährleistet, und der Blitz kann ohne jeden Schaden sowohl an der Spitze oder ihrer Aufhängung oder dem Rest des Blattes übertragen werden.

DE 295 22 152 U1

04.10.99

Die stromlinienförmige Konfiguration des Blitzleiters 4' trägt dazu bei, dem Blatt einen weiteren Vorteil zu verleihen, der darin besteht, daß ein Blatt 1, das mit diesem stromlinienförmigen Blitzleiter in der Spitze des Blattes
5 konstruiert ist, dem Blatt eine verbesserte Effizienz und eine geringere Geräuschemission verleiht.

Der innere Leiter 6 dient auch dazu, die drehbare Spitze 1' am Blatt 1 selbst zu sichern.

10

In Verbindung mit dem Schutz eines Windradblattes 1 mit drehbarer Spitze 1' ist die Erfindung insbesondere darin vorteilhaft, daß der Schutz in der Spitze 1' des Blattes implementiert ist, und darin, daß die Erdung über einen inneren Leiter 6 stattfindet, der sich innerhalb der Spitzenachse 10 erstreckt. Ein möglicher Blitzschlag kann somit durch den inneren Leiter 6 geerdet werden, ungeachtet der Tatsache, ob die drehbare Spitze 1' gedreht wird oder nicht.

20 In Fig. 5 ist eine weitere Ausführungsform für ein Blatt mit drehbarer Spitze zu sehen. Ein Blitzleiter 4" ist in der Spitze einer drehbaren Blattspitze 1' angebracht, die mit einem Führungsrohr 18 versehen ist, welches mit einer Spitzenachse 15 verbunden ist, wobei diese Teile vorzugsweise aus
25 Edelstahl hergestellt sind.

Die Spitzenachse 15 ist am Blatt 1 gesichert, indem sie mit einem Paar Stützen 16 versehen ist, die in das Blatt laminiert sind.

30

Ein innerer Leiter 6, der aus einem Edelstahldraht besteht, ist mit der Spitzenachse 15 über eine Klammer 17 verbunden und erstreckt sich gegen die Verankerung des Windradblattes für die Erdung nach innen.

DE 295 22 152 U1

04¹¹ 11.99

Die gezeigte Ausführungsform ist insbesondere in Verbindung
mit dem nachfolgenden Anbringen eines Blitzableiters auf ei-
nem Windradblatt 1 vorteilhaft, da die bestehenden Installa-
5 tionen leicht verwendet oder ersetzt werden können.

Der Blitzleiter 4" selbst kann somit leicht insofern ange-
bracht werden, als dieser nur anstelle eines Verschußbol-
zens, der an derselben Stelle auf einem bestehenden Blatt
10 sitzt, erforderlich macht.

Die gezeigte Ausführungsform ist insbesondere in Verbindung
mit dem nachfolgenden Anbringen eines Blitzableiters auf ei-
nem Windradblatt 1 vorteilhaft, da die bestehenden Installa-
tionen leicht verwendet oder ersetzt werden können.

* * *

DE 295 22 152 U1

ANSPRÜCHE

1. Blitzableiteranordnung zur Anbringung in einem Windradblatt aus Verbundmaterial, wobei die Anordnung ein elektrisch leitendes Material in oder in der Nähe der Spitze des Blattes aufweist, wobei das Material mit einer Erdverbindung verbunden ist und wobei die Verbindung einen metallischen Leiter (6, 15) aufweist, der sich innerhalb des Blattes (1, 1') erstreckt und der ganz oder teilweise aus einem Metalldraht mit oder ohne Isolationsummantelung besteht, dadurch gekennzeichnet, daß der Blitzableiter eine Anzahl von Leitern (4a, 4b, 4', 4'') aufweist, die sich von der Spitze des Windradblattes und nach außen erstrecken, und daß die sich nach außen erstreckenden Leiter elektrisch mit dem metallischen Leiter (6) verbunden sind, der sich in dem Blatt erstreckt.
2. Blitzableiteranordnung nach Anspruch 1, wobei das Blatt mit einer drehbaren Spitze versehen ist, die auf einer Spitzenachse angebracht ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitzenachse (10) aus einem Verbundmaterial hergestellt und mit einer durchgehenden Aushöhlung ausgestaltet ist und daß sich der innere Leiter (6) innerhalb dieser Aushöhlung erstreckt.
3. Blitzableiteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitzenachse (15) aus einem elektrisch leitenden Metall hergestellt ist, das als der innere Leiter wirkt.
4. Blitzableiteranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitzenachse (15) nach anschließender Anbringung des Blitzableiters mit einem Metalldraht (6)

04¹³1199

verbunden wird, der in das Blatt (1) eingefügt wird und
als der innere Leiter wirkt.

5

* * *

DE 295 22 152 U1

04.11.99

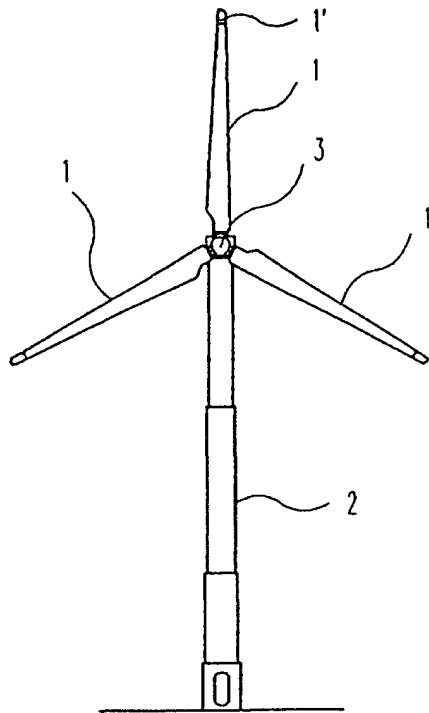


Fig. 1

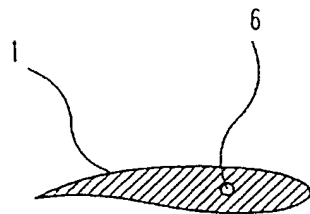


Fig. 3

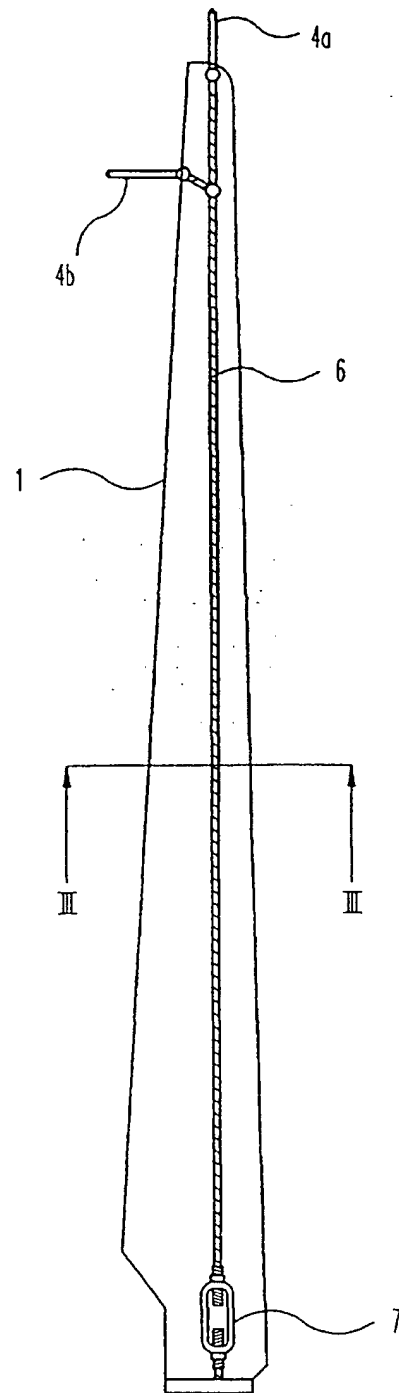
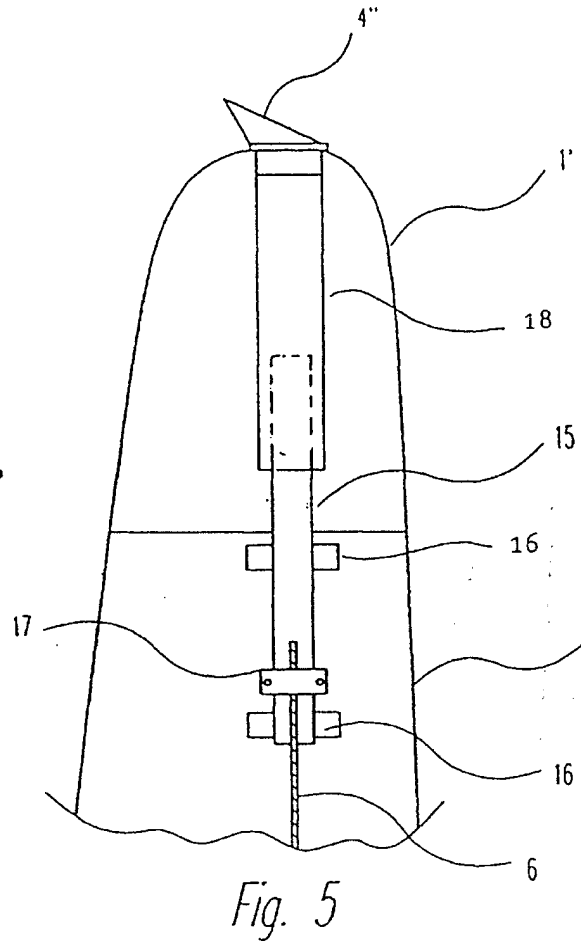
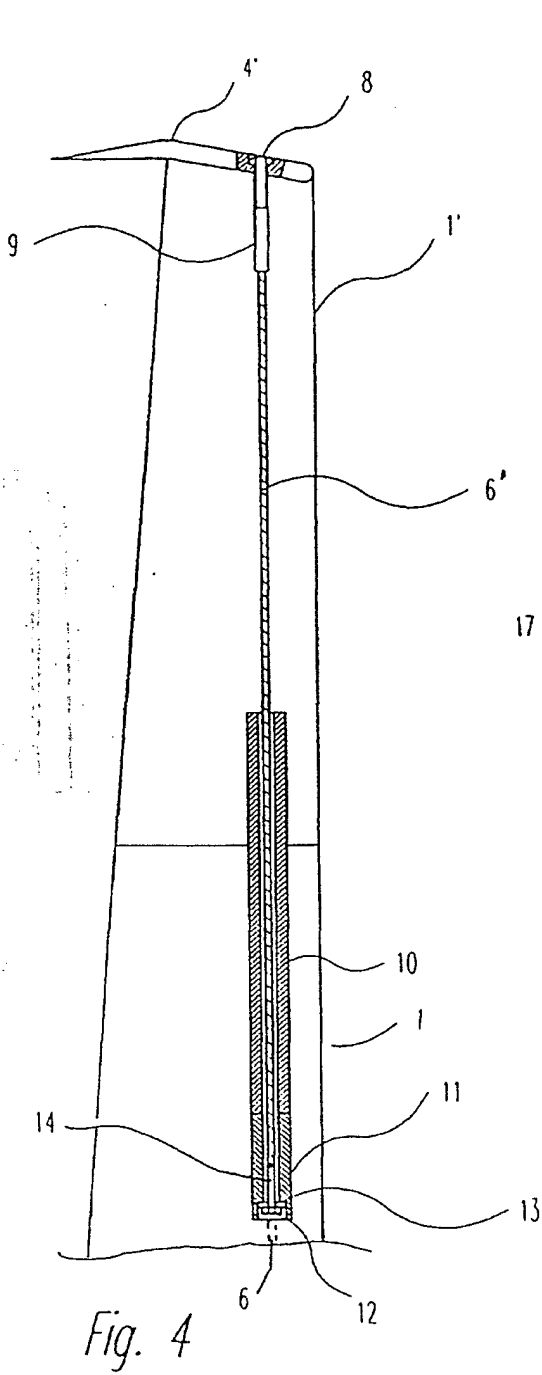


Fig. 2

DE 295 22 152 01

04.11.99



DE 295 22 152 U1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.